

No. 2 Vol. 2
Maret 2005

ISSN 1412-9949

integrasi teknologi

*integrasi
teknologi*

*integrasi
teknologi*

*integrasi
teknologi*

*integrasi
teknologi*

JURNAL ILMIAH FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS AHMAD DAHLAN YOGYAKARTA

Terbit 6 bulan sekali (Maret dan September)

Diterbitkan sejak September 2003

oleh Fakultas Teknologi Industri

Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta

Reviewer

Prof. Adhi Susanto, M.Sc., Ph.D. (UGM)

Drs. Techn. Ahmad Ashari, M.Kom., Ph.D. (UGM)

Drs. Muchlas, M.T. (UAD)

Dr. Ir. Dwi Sulisworo, M.T. (UAD)

Ir. Anwaruddin Hisyam, M.Sc. (UAD)

Penanggung Jawab

Dekan Fakultas Teknologi Industri

Universitas Ahmad Dahlan

Pemimpin Redaksi

Sunardi

Anggota Redaksi

Maryudi

Tole Sutikno

Endah Utami

Ardiansyah

Editor

Yusron Saudi

Redaksi menerima tulisan ilmiah yang berkaitan dengan teknologi dalam cakupan teknik elektro, teknik industri, teknik informatika, dan teknik kimia. Informasi selengkapnya dapat diperoleh dengan menghubungi redaksi dengan alamat:

Alamat Redaksi**INTEGRASI TEKNOLOGI**

Fakultas Teknologi Industri

Kampus III Universitas Ahmad Dahlan

Jl. Prof. Soepomo Janturan Yogyakarta

Telp. (0274) 379418 Fax. (0274) 381523

Email : sunargm@yahoo.com

Daftar Isi

Problematika Rancangan Pembelajaran di Program Studi Teknik Industri Isana Arum Primasari * Program Studi Teknik Industri Universitas Ahmad Dahlan	1 - 8
Model Inventori Produksi Dinamis Multi Item dengan Kendala Share Fasilitas Siti Mahsanah Budijati Program Studi Teknik Industri Universitas Ahmad Dahlan	9 - 16
Pengaruh Kandungan Logam dalam Katalis Ni ₃ -Pd ₁ /Zeolit-Y terhadap Selektivitas Fraksi Bahan Bakar pada Hidrorengkah Aspalten dari Aspal Buton Siti Salamah*, Wega TS**, Triyono** * Program Studi Teknik Kimia Universitas Ahmad Dahlan ** Jurusan Kimia FMIPA Universitas Gadjah Mada	17 - 25
Penggunaan Kecambah Kacang Hijau sebagai Antioksidan pada Minyak Kasar Kacang Tanah Endah Sulistiawati * Program Studi Teknik Kimia Universitas Ahmad Dahlan	27 - 33
Pembuatan Asam Oksalat dari Sekam Padi dengan Proses Peleburan Maryudi, Bustari, Syarifuddin Syafari Program Studi Teknik Kimia Universitas Ahmad Dahlan	35 - 41
Ekstraksi Thorium dengan Pelarut TBP-Kerosin Moch. Setyadji Puslitbang Teknologi Maju (P3TM) BATAN Yogyakarta	43 - 49
Menyigi Penggunaan Metode Shellsort dalam Pengurutan Data Edhy Sutanta Jurusan Teknik Informatika Institut Sains & Teknologi AKPRIND	51 - 57

MODEL INVENTORI PRODUKSI DINAMIS MULTI ITEM DENGAN KENDALA SHARE FASILITAS

Siti Mahsanah Budijati

Program Studi Teknik Industri Universitas Ahmad Dahlan
Kampus III UAD Jl. Prof. Soepomo Janturan Yogyakarta 55164
Telp. (0274) 379418 Fax. (0274) 381523

Abstract

This paper present a technique to obtain production quantity and production sequences in a planning horizon for multi product on a single line facility. Given holding cost and setup cost for each product, the objective is to minimize the total inventory cost along the planning horizon , which the desired ending inventory is zero. The planning horizon is consist of some discrete periods. A Model with dynamic programming approach is developed in this paper. The performance of the proposed model is evaluated and numerical example are presented to show the procedure of the model to find the soluflon.

Keyword: *dynamic inventory-production, multi product, share facility*

Pendahuluan

Suatu perusahaan berbasis MTO (*Make to Order*), biasanya beroperasi pada lingkungan produksi dinamis dan variasi produk yang tinggi. Tiap jenis produk membutuhkan biaya set-up dan biaya simpan yang berbeda satu dengan yang lain, sementara urutan pengerjaan order dan kuantitas produksi untuk masing-masing jenis produk per periode akan mempengaruhi total *inventory cost* pada horizon perencanaan yang bersangkutan. Untuk itu perlu dicari cara untuk mengatur kuantitas produksi per periode dan urutan pengerjaan dari produk-produk yang ada, sehingga total *inventory cost* dapat diminimalkan.

Biaya set-up yang berbeda untuk masing-masing jenis produk berkaitan dengan kebutuhan set-up fasilitas produksi (mesin, peralatan, pengeturan tenaga kerja, dll). Apabila jumlah fasilitas produksi terbatas, maka *sharing* fasilitas untuk beberapa produk tidak dapat dihindarkan. Dengan demikian tujuan minimasi total *inventory cost* juga harus mempertimbangkan kendala ketersediaan fasilitas tersebut.

Beberapa model telah dikembangkan untuk masalah *inventory* produksi dinamis, pada Taha (1997) dikembangkan model dasar *inventory* produksi dinamis dengan formulasi program dinamis pendekatan maju, tetapi model ini hanya berlaku untuk satu jenis produk (*single item*). Sementara dalam Sipper, D dan Bulfin R, Jr (1997) dibahas model *inventory* produksi untuk beberapa jenis produk (*multi item*) dengan adanya kendala sumber daya produksi, melalui pendekatan *lagrange multiplier*, namun demikian model ini dikembangkan untuk lingkungan statis.

Penelitian oleh Siti Mahsanah (2000) merupakan pengembangan model dengan pendekatan program dinamis untuk *multi item*, yang juga melibatkan *lost sale*, sementara masing-masing item mempunyai sumber daya masing-masing. Sedangkan dalam Siti Mahsanah, dkk (2003) model yang dikembangkan untuk *multi item* dan adanya *sharing* fasilitas tetapi hanya berlaku untuk satu periode (statis), dengan pendekatan penjadwalan *batch*.

Dalam McMullen, P.R., dan Tarasewich, Peter (2005) dibahas tentang penjadwalan produksi *multi item* guna menentukan urutan produksi dari beberapa produk, pada lintasan perakitan tunggal. Pada paper tersebut pendekatan yang digunakan adalah algoritma heuristik *beam search*.

Sementara Drobouchevitch, Inna, et al (2003) melakukan penelitian tentang penjadwalan multi produk pada sebuah sel *robotic* yang bertipe *flow shop*. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan urutan gerakan robot dan urutan part secara simultan, sehingga dapat meminimalkan waktu siklus produksi sekaligus memaksimalkan laju *throughput*.

Pada paper yang ditulis oleh Anwar Muhammad F, dan Nagi Rakesh (2003) dijelaskan tentang permasalahan penjadwalan dan penentuan ukuran lot secara terintegrasi, pada lingkungan manufaktur yang memproses perakitan yang kompleks. Tujuan penelitian tersebut adalah untuk meminimasi kumulatif *lead time*, mengurangi set-up dan menurunkan biaya simpan.

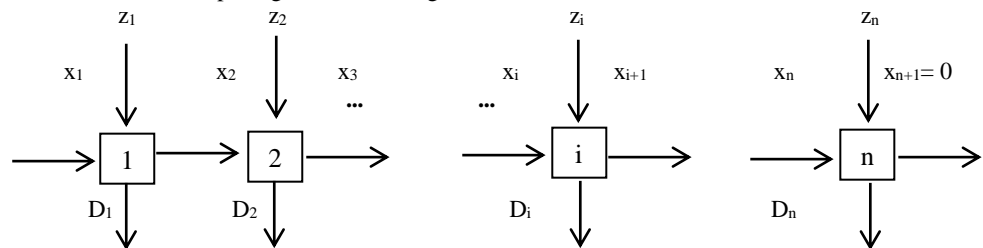
Pada paper ini akan dibahas pengembangan model dengan pendekatan program dinamis, untuk *multi item* dan adanya *sharing* fasilitas, dimana variabel keputusannya berupa kuantitas produksi tiap jenis produk per periode dan urutan pengerjaannya. Model yang dikembangkan ini sesuai bagi lingkungan produksi berbasis MTO.

Model Dasar

Model dasar yang digunakan disini adalah program dinamis dengan pendekatan maju pada Taha (1997), dengan asumsi sebagai berikut :

- produk *single item*
- besar permintaan diketahui dengan pasti
- kecepatan produksi lebih besar dari tingkat permintaan
- tidak diperkenankan adanya *back order*
- persediaan / *inventory* di akhir periode sama dengan nol

Permasalahan tersebut dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 1. Situasi *Inventory* Produksi pada Model Dasar

z_i adalah jumlah produksi pada periode i
 x_i persediaan / *inventory* awal pada periode i
 D_i permintaan periode i
 $i = 1, 2, \dots, n$ adalah periode

Elemen biaya pada masalah ini adalah :

K_i = biaya set-up pada periode i
 h_i = biaya simpan per unit dari periode i ke periode $i+1$

Dengan demikian fungsi biaya produksi pada periode i dapat didefinisikan sebagai berikut :

$$C_i(z_i) = \begin{cases} 0, & z_i = 0 \\ K_i + c_i(z_i), & z_i > 0 \end{cases} \quad (1)$$

dimana $c_i(z_i)$ adalah fungsi biaya produksi marginal yang diberikan oleh z_i

Model ini bertujuan untuk meminimalkan jumlah biaya produksi dan biaya simpan untuk seluruh n periode. Biaya simpan untuk periode i didasarkan pada persediaan pada akhir periode tersebut, sehingga :

$$x_{i+1} = x_i + z_i - D_i \quad (2)$$

Karena pada model ini digunakan pendekatan maju, maka *state* pada *stage* (periode i) adalah x_{i+1} , dan tingkat persediaan pada akhir periode, seperti pada Gambar 1. adalah :

$$0 \leq x_{i+1} \leq D_{i+1} + \dots + D_n \quad (3)$$

Dari pertidaksamaan (3), dapat disimpulkan bahwa, sisa persediaan x_{i+1} dapat digunakan untuk memenuhi permintaan pada beberapa periode tersisa.

Dengan demikian formulasi model program dinamis menjadi :

- a. Fungsi tujuan : $f_i(x_{i+1})$ adalah minimasi total biaya persediaan (total *inventory cost*) untuk periode 1,2,..., i dengan persediaan pada akhir periode adalah x_{i+1}

- b. Kondisi batas

$$f_1(x_2) = \min_{0 \leq z_1 \leq D_1 + x_2} \{C_1(z_1) + h_1 \cdot x_2\} \quad (4)$$

- c. Fungsi hubungan rekursif

$$f_i(x_{i+1}) = \min_{0 \leq z_i \leq D_i + x_{i+1}} \left\{ C_i(z_i) + h_i \cdot x_{i+1} + f_{i-1}(x_{i+1} + D_i - z_i) \right\} \quad (5)$$

dimana $i = 1, 2, 3, \dots, n$

Pengembangan Model

Dalam pengembangan model ini, beberapa asumsi yang diberlakukan adalah sebagai berikut :

- produk *multi item*
- permintaan masing-masing jenis produk pada horison perencanaan diketahui dengan pasti
- fasilitas produksi hanya tersedia satu lintasan
- kecepatan produksi lebih besar atau sama dengan tingkat permintaan
- tidak diperkenankan adanya *back order*
- persediaan di akhir horison perencanaan sama dengan nol

Permasalahan pada model yang dikembangkan dapat dilihat seperti pada Gambar 2. Adapun notasi-notasi yang digunakan adalah sebagai berikut :

- x_{ij} : jumlah produksi pada periode ke i untuk item produk ke j
 I_{0j} : persediaan awal untuk item produk ke j
 i : indeks periode
 dimana $i = 1, 2, 3, \dots, n$
 j : indeks item produk
 dimana $j = 1, 2, 3, \dots, m$
 t_j : waktu proses item produk ke j
 b : jam kerja efektif yang tersedia pada setiap periode
 v_j : kecepatan produksi item produk ke j
 D_j : permintaan item produk ke j

Dari Gambar 2 tersebut, dapat dijelaskan beberapa hal yang berkaitan dengan sistem yang dimodelkan adalah sebagai berikut :

- semua jenis produk memiliki *due date* yang sama, yaitu pada akhir horison perencanaan (periode n)
- horison perencanaan terdiri dari beberapa periode yang bersifat diskrit
- masing-masing jenis produk mempunyai waktu proses yang berbeda satu dengan yang lain
- pada setiap periode tersedia jam kerja efektif yang terbatas

Elemen biaya pada model yang dikembangkan adalah :

- K_j = biaya set-up untuk item produk ke j
 h_j = biaya simpan per unit item produk ke j dari periode i ke periode i+1

Biaya set-up bagi item produk tertentu dikenakan, jika item produk bersangkutan diproduksi pada periode i, sehingga biaya set-up dapat didefinisikan sebagai berikut :

$$K_j(x_{ij}) = \begin{cases} 0, & \text{jika } x_{ij} = 0 \\ K_j & \text{jika } x_{ij} > 0 \end{cases}$$

Model ini bertujuan untuk meminimalkan total *inventory cost* (yang merupakan jumlahan biaya set-up dan biaya simpan) untuk seluruh n periode.

Adanya *due date* yang sama bagi semua item produk, berarti produksi yang dilakukan dari periode 1 sampai dengan n untuk item produk ke j , digunakan untuk memenuhi permintaan item produk ke j tersebut, pada akhir horison perencanaan (periode n), dan adanya keinginan bahwa persediaan akhir pada horison perencanaan sama dengan nol, maka ketentuan tersebut dapat diformulasikan sebagai berikut :

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = D_j$$

Adanya batasan jam kerja efektif pada setiap periode, dapat dituliskan sebagai berikut :

$$\sum_{j=1}^m t_j \cdot x_{1j} \leq b \quad (6)$$

Sementara, dengan adanya perbedaan kecepatan produksi dari setiap item produk, maka batasan tersebut dapat dituliskan sebagai berikut :

$$x_{1j} \leq v_j, \quad \forall_j \quad (7)$$

Variabel keputusan pada setiap periode i adalah kuantitas produksi bagi masing-masing item produk (x_{ij}), dimana variabel keputusan tersebut harus memenuhi :

$$x_{ij} \leq D_j - \sum_{i=1}^{i-1} x_{ij} - I_{0j}, \quad \forall_j \quad (8)$$

Dengan demikian formulasi model program dinamis yang dikembangkan menjadi :

a. Fungsi tujuan :

$$f_i \left(\sum_{i=1}^i x_{ij}, I_{0j}, \forall_j \right) \text{ adalah minimasi total biaya persediaan (total inventory cost) untuk periode } 1, 2, \dots, i \text{ untuk memenuhi permintaan sebesar } D_j \text{ pada akhir horison perencanaan, dengan persediaan pada akhir periode } i \text{ adalah } \sum_{i=1}^i x_{ij}, I_{0j}, \forall_j$$

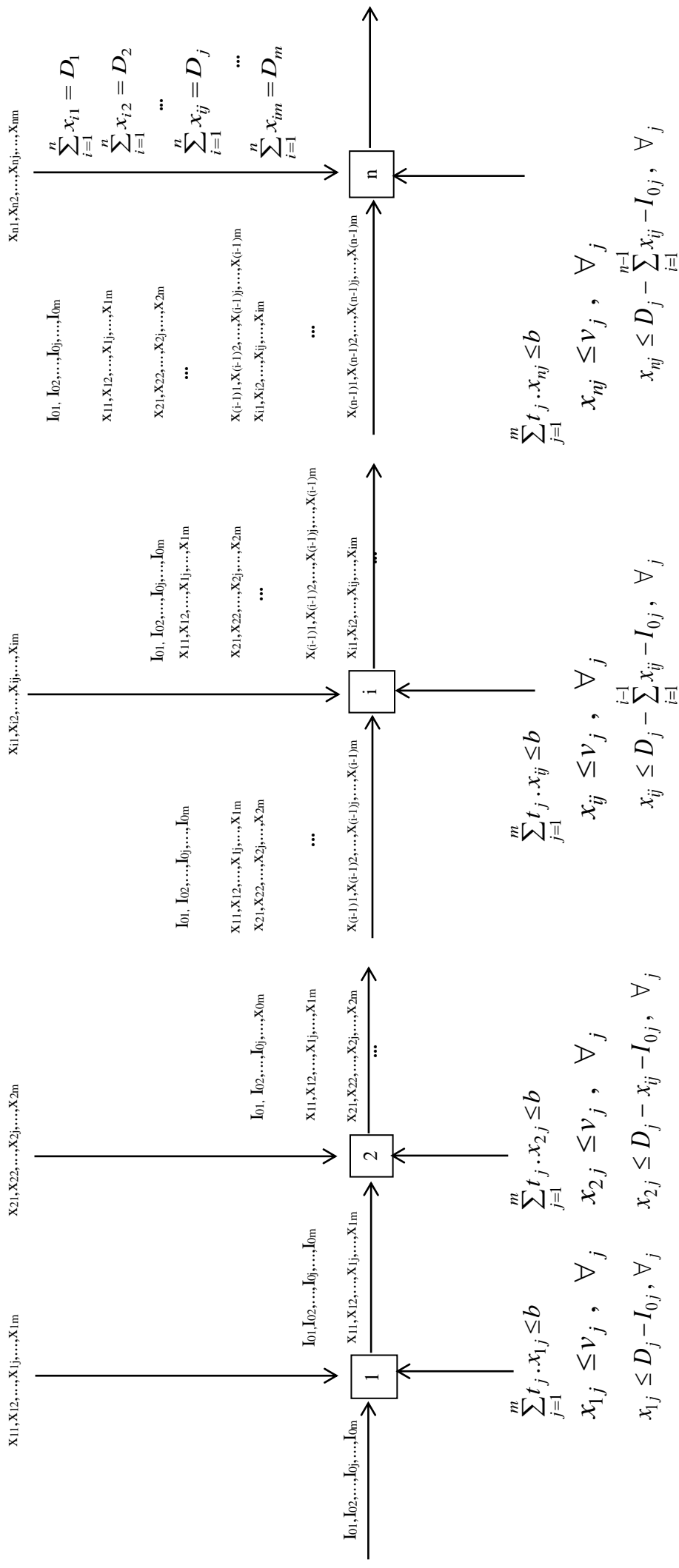
b. Kondisi batas

$$f_1(x_{1j}, I_{0j}, \forall_j) = \min_{\substack{\sum_{j=1}^m t_j \cdot x_{1j} \leq b \\ x_{1j} \leq v_j, \forall_j \\ x_{1j} \leq D_j - I_{0j}, \forall_j}} \left\{ \begin{array}{l} \sum_{j=1}^m K_j(x_{1j}) + \sum_{j=1}^m h_j \cdot x_{1j} + \\ \sum_{j=1}^m h_j \cdot I_{0j} \end{array} \right\} \quad (9)$$

c. Fungsi hubungan rekursif

$$f_i \left(\sum_{i=1}^i x_{ij}, I_{0j}, \forall_j \right) = \min_{\substack{\sum_{j=1}^m t_j \cdot x_{ij} \leq b \\ x_{ij} \leq v_j, \forall_j \\ x_{ij} \leq D_j - \sum_{i=1}^{i-1} x_{ij} - I_{0j}, \forall_j}} \left\{ \begin{array}{l} \sum_{j=1}^m K_j(x_{ij}) + \sum_{j=1}^m h_j \cdot \left(\sum_{i=1}^i x_{ij} \right) + \\ f_{i-1} \left(\sum_{i=2}^i x_{(i-1)j}, I_{0j}, \forall_j \right) \end{array} \right\} \quad (10)$$

dimana $i = 1, 2, 3, \dots, n$
 $j = 1, 2, 3, \dots, m$

Gambar 2. Situasi *inventory* Produksi pada Model yang Dikembangkan

Contoh Numerik

Diketahui terdapat 2 item produk yang harus dipenuhi pada akhir periode 3 (*due date* pada periode 3), dimana permintaan item produk pertama sebesar 8 unit, sedangkan item produk kedua sebesar 5 unit, sementara tidak terdapat persediaan bagi masing-masing item produk. Perusahaan hanya memiliki 1 fasilitas produksi untuk membuat kedua item produk tersebut. Waktu proses masing-masing item produk berturut-turut 1 jam/unit dan 2 jam/unit, dengan jam kerja efektif pada satu periode adalah 6 jam. Biaya set-up item produk 1 adalah 3/sekali set-up, sedangkan item produk 2 adalah 2/sekali set-up, sementara biaya simpan untuk masing-masing produk adalah 1/unit/periode dan 2/unit/periode, dan diinginkan persediaan pada akhir periode 3, sama dengan nol. Permasalahan tersebut dapat diringkas sebagai berikut :

$$\begin{array}{llllll} D_1 : 8 \text{ unit} & K_1 : 3 & h_1 : 1 & I_{01} : 0 & t_1 : 1, \text{ sehingga } v_1 : 6 \\ D_2 : 5 \text{ unit} & K_2 : 2 & h_2 : 2 & I_{02} : 0 & t_2 : 2, \text{ sehingga } v_2 : 3 \\ b = 6 & i = 1,2,3 & j = 1,2 \end{array}$$

Penyelesaian**a. Kondisi batas (stage 1)**

$$f_1(x_{11}, x_{12}) = \min_{\substack{1.x_{11} + 2.x_{12} \leq 6 \\ x_{11} \leq 6 \\ x_{12} \leq 3 \\ x_{11} \leq 8 \\ x_{12} \leq 5}} \left\{ K_1(x_{11}) + K_2(x_{12}) + 1.x_{11} + 2.x_{12} \right\}$$

Kemungkinan nilai x_{ij}		$f_1(x_{11}, x_{12})$	output		
x_{11}	x_{12}		f_1	x_{11}	x_{12}
0	3	$\{0\} + \{2+2.3\} = 8$	8	0	3
1	2,5=2	$\{3+1.1\} + \{2+2.2\} = 4+6=10$	10	1	2
2	2	$\{3+1.2\} + \{2+2.2\} = 5+6=11$	11	2	2
3	1,5=1	$\{3+1.3\} + \{2+2.1\} = 6+4=10$	10	3	1
4	1	$\{3+1.4\} + \{2+2.1\} = 7+4=11$	11	4	1
5	0,5=0	$\{3+1.5\} + \{0\} = 8$	8	5	0
6	0	$\{3+1.6\} + \{0\} = 9$	9	6	0

b. Stage 2

$$f_2\left(\sum_{i=1}^2 x_{i1}, \sum_{i=1}^2 x_{i2}\right) = \min_{\substack{1.x_{21} + 2.x_{22} \leq 6 \\ x_{21} \leq 6 \\ x_{22} \leq 3 \\ x_{21} \leq 8 - x_{11} \\ x_{22} \leq 5 - x_{12}}} \left\{ K_1(x_{21}) + K_2(x_{22}) + 1.(x_{11} + x_{21}) + 2.(x_{12} + x_{22}) + f_1(x_{11}, x_{12}) \right\}$$

input			Kemungkinan nilai x_{2j}		$f_2(x_{21}, x_{22})$	output		
f_1	x_{11}	x_{12}	x_{21}	x_{22}		f_2	$x_{11}+x_{21}$	$x_{12}+x_{22}$
8	0	3	2	2	$\{3+1.2\} + \{2+2.5\} + 8 = 5+12+8=25$	25	2	5
			3	1	$\{3+1.3\} + \{2+2.4\} + 8 = 6+10+8=24$	24	3	4
			4	1	$\{3+1.4\} + \{2+2.4\} + 8 = 7+10+8=25$	25	4	4
			5	0	$\{3+1.5\} + \{0+2.3\} + 8 = 8+6+8=22$	22*	5	3
			6	0	$\{3+1.6\} + \{0+2.3\} + 8 = 9+6+8=23$	23	6	3
10	1	2	0	3	$\{0+1.1\} + \{2+2.5\} + 10 = 1+12+10=23$	23*	1	5
			1	2	$\{3+1.2\} + \{2+2.4\} + 10 = 5+10+10=25$	25	2	4
			2	2	$\{3+1.3\} + \{2+2.4\} + 10 = 6+10+10=26$	26	3	4
			3	1	$\{3+1.4\} + \{2+2.3\} + 10 = 7+8+10=25$	25	4	3
			4	1	$\{3+1.5\} + \{2+2.3\} + 10 = 8+8+10=26$	26	5	3
			5	0	$\{3+1.6\} + \{0+2.2\} + 10 = 9+4+10=23$	23*	6	2

input			Kemungkinan nilai x_{2j}		$f_2 (x_{21}, x_{22})$	output		
f_1	x_{11}	x_{12}	x_{21}	x_{22}		f_2	$x_{11}+x_{21}$	$x_{12}+x_{22}$
	1		6	0	$\{3+1.7\}+\{0+2.2\}+10=10+4+10=24$	24	7	2
11	2	2	0	3	$\{0+1.2\}+\{2+2.5\}+11=2+12+11=25$	25*	2	5
			1	2	$\{3+1.3\}+\{2+2.4\}+11=6+10+11=27$	27	3	4
			2	2	$\{3+1.4\}+\{2+2.4\}+11=7+10+11=28$	28	4	4
			3	1	$\{3+1.5\}+\{2+2.3\}+11=8+8+11=27$	27	5	3
			4	1	$\{3+1.6\}+\{2+2.3\}+11=9+8+11=28$	28	6	3
			5	0	$\{3+1.7\}+\{0+2.2\}+11=10+4+11=25$	25*	7	2
			6	0	$\{3+1.8\}+\{0+2.2\}+11=11+4+11=26$	26	8	2
10	3	1	0	3	$\{0+1.3\}+\{2+2.4\}+10=3+10+10=23$	23*	3	4
			1	2	$\{3+1.4\}+\{2+2.3\}+10=7+8+10=25$	25	4	3
			2	2	$\{3+1.5\}+\{2+2.3\}+10=8+8+10=26$	26	5	3
			3	1	$\{3+1.6\}+\{2+2.2\}+10=9+6+10=25$	25	6	2
			4	1	$\{3+1.7\}+\{2+2.2\}+10=10+6+10=26$	26	7	2
			5	0	$\{3+1.8\}+\{0+2.1\}+10=11+2+10=23$	23*	8	1
11	4	1	0	3	$\{0+1.4\}+\{2+2.4\}+11=4+10+11=25$	25*	4	4
			1	2	$\{3+1.5\}+\{2+2.3\}+11=8+8+11=27$	27	5	3
			2	2	$\{3+1.6\}+\{2+2.3\}+11=9+8+11=28$	28	6	3
			3	1	$\{3+1.7\}+\{2+2.2\}+11=10+6+11=27$	27	7	2
			4	1	$\{3+1.8\}+\{2+2.2\}+11=11+6+11=28$	28	8	2
8	5	0	0	3	$\{0+1.5\}+\{2+2.3\}+8=5+8+8=21$	21*	5	3
			1	2	$\{3+1.6\}+\{2+2.2\}+8=9+6+8=23$	23	6	2
			2	2	$\{3+1.7\}+\{2+2.2\}+8=10+6+8=24$	24	7	2
			3	1	$\{3+1.8\}+\{2+2.1\}+8=11+4+8=23$	23	8	1
9	6	0	0	3	$\{0+1.6\}+\{2+2.3\}+9=6+8+9=23$	23*	6	3
			1	2	$\{3+1.7\}+\{2+2.2\}+9=10+6+9=25$	25	7	2
			2	2	$\{3+1.8\}+\{2+2.2\}+9=11+6+9=26$	26	8	2

c. Stage 3

$$f_3(\sum_{i=1}^3 x_{i1}, \sum_{i=1}^3 x_{i2}) = \min_{\substack{1.x_{31}+2.x_{32} \leq 6 \\ x_{31} \leq 6 \\ x_{32} \leq 3 \\ x_{31} \leq 8 - \sum_{i=1}^2 x_{i1} \\ x_{32} \leq 5 - \sum_{i=1}^2 x_{i2}}} \left\{ K_1(x_{31}) + K_2(x_{32}) + f_2\left(\sum_{i=2}^i x_{(i-1)1}, \sum_{i=2}^i x_{(i-1)2}\right) \right\}$$

input			Kemungkinan nilai x_{2j}		$F_3 (x_{31}, x_{32})$	output		
f_2	x_{21}	x_{22}	x_{31}	x_{32}		f_3	$\sum_{i=1}^3 x_{i1}$	$\sum_{i=1}^3 x_{i2}$
22	5	3	3	2	Tidak layak, kapasitas kurang			
23	1	5	7	0	Tidak layak, kapasitas kurang			

input			Kemungkinan nilai x_{2j}		$F_3 (x_{31}, x_{32})$	output		
f_2	x_{21}	x_{22}	x_{31}	x_{32}		f_3	$\sum_{i=1}^3 x_{i1}$	$\sum_{i=1}^3 x_{i2}$
23	6	2	2	3	Tidak layak, kapasitas kurang			
25	2	5	6	0	$3+25=28$	28*	8	5
25	7	2	1	3	Tidak layak, kapasitas kurang			
23	3	4	5	1	Tidak layak, kapasitas kurang			
23	8	1	0	4	Tidak layak, kapasitas kurang			
25	4	4	4	1	$3+2+25=30$	30	8	5
21	5	3	3	2	Tidak layak, kapasitas kurang			
23	6	3	2	2	$3+2+23=28$	28*	8	5

Pencarian solusi menghasilkan 2 alternatif solusi yang memberikan biaya minimal, dengan merunut ke depan maka kedua alternatif tersebut adalah :

Alternatif solusi	Periode 1		Periode 2		Periode 3		Biaya
	x_{11}	x_{12}	x_{21}	x_{22}	x_{31}	x_{32}	
I	2	2	0	3	6	0	28
II	6	0	0	3	2	2	28

Kesimpulan

Model yang dikembangkan dengan pendekatan program dinamis ini, dapat digunakan untuk menentukan kuantitas produksi per periode bagi masing-masing jenis produk, dengan terbatasnya jumlah fasilitas produksi, sehingga total *inventory cost* sepanjang horison perencanaan minimal.

Model ini dapat diterapkan pada perusahaan berbasis MTO, yang cenderung memiliki permintaan dinamis dan variasi produk yang tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anwar Muhammad F., dan Nagi Rakesh (2003), “*Integrated Lot-sizing and Scheduling for Just-in-Time Production of Complex Assemblies with Finite Set-ups*”, Dept of Ind Engineering, State Univ. Of New York
- [2] Drobouchevitch, Inna, et al, Oktober 2003 “*A Note on Scheduling Multiple Part in Two Machine Dual Gripper Robot Cells : Heuristic Algorithm and Performance Guarantee*”, Int. Journal of Quality Management
- [3] McMullen, P.R., dan Tarasewich, Peter, “*A Beam Search Heuristic Method for Mixed- Model Scheduling with setups*”, Int Journal Production Economics, Vol 96, 2005
- [4] Sipper, D dan Bulfin R, Jr. (1997), “*Production Planning, Control, and Integration*”, McGraw- Hill, Int. Ed.
- [5] Mahsanah, S. (2000), “*Model Penjadwalan Pemetikan dengan Pendekatan Program Dinamis Minimasi Biaya Pemetikan*”, Tesis Magister, Program Pasca Sarjana ITB
- [6] Mahsanah, S. Dkk (2003), “*Modifikasi Penjadwalan Batch dan Perbandingannya dengan Metode Economic Production Quantity (EPQ) Multi Item untuk Meminimasi Total Biaya Inventory*”, Prosiding Simposium Nasional RAPI (Rekayasa Aplikasi Perancangan dan Industri) II, Fakultas Teknik, Univ. Muhammadiyah Surakarta
- [7] Taha, Hamdi A. (1997), “*Operation Research an Introduction*, int 6th ed, Prentice-Hall Inc, 1997